

Studi Eksperimental Tahanan dan Momen Melintang Kapal Trimaran Terhadap Variasi Posisi Dan Lebar Sidehull

Mochamad Adhan Fathoni, Aries Sulisetyono

Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: sulisea@na.its.ac.id

Abstrak—Trimaran adalah jenis kapal *multihull* yang memiliki tiga lambung yaitu satu *mainhull* dan dua *sidehull*. Perubahan posisi *sidehull* sangat mempengaruhi kemampuan hidrodinamis yang dimilikinya. Penelitian ini menganalisis pengaruh perubahan posisi *sidehull* secara melintang terhadap tahanan dan momen melintang kapal. Penelitian ini dilakukan di towing tank dengan memvariasikan jarak melintang *sidehull* terhadap panjang kapal $X/L = 0.21$, $X/L = 0.28$ dan $X/L = 0.35$ dan memvariasikan lebar *sidehull* yaitu *sidehull* 1 dengan lebar $\frac{1}{4}$ *mainhull* dan *sidehull* 2 dengan lebar $\frac{1}{8}$ *mainhull* dengan variasi kecepatan yaitu 12, 14, 16, 18, 20, dan 22 knot. Dari hasil analisis tahanan dan momen yang diterima trimaran, dapat diketahui bahwa tahanan trimaran semakin bertambah dengan naiknya kecepatan kapal dan cenderung turun pada kecepatan-kecepatan tertentu dan semakin berkurang dengan bertambahnya jarak melintang X/L . Tahanan trimaran dengan *sidehull* 1 lebih besar dibanding *sidehull* 2 dan cenderung sama pada jarak melintang X/L tertentu pada beberapa kecepatan, momen yang ditimbulkan pada *sidehull* 1 dan *sidehull* 2 semakin naik dengan bertambahnya jarak melintang X/L dan lebih besar dengan menggunakan *sidehull* 2.

Kata Kunci—trimaran, *mainhull*, *sidehull*, tahanan, momen melintang

I. PENDAHULUAN

Trimaran merupakan obyek penelitian yang sangat menarik untuk dikembangkan. Trimaran mempunyai banyak kelebihan dibanding dibanding kapal-kapal biasa yang mempunyai satu lambung. Dengan tiga lambung yang dimilikinya mempunyai gerakan, stabilitas, dan tahanan yang lebih baik. Trimaran lebih stabil dan cepat karena dengan tiga lambungnya dapat mengurangi gerakan dan tahanan yang ditimbulkan [1].

Trimaran adalah jenis kapal dengan tiga lambung atau disebut trihull. Lambungnya terdiri dari lambung utama (*mainhull*) dan lambung sisi (*sidehull*) atau disebut *demihull*. Ketiga lambung dihubungkan langsung oleh dek kapal, sehingga mempunyai *water plane area* masing-masing [2].

Dengan tiga lambungnya, trimaran dapat memiliki variasi posisi *sidehull* terhadap *mainhull*. Variasi ini sangat berpengaruh terhadap kemampuan hidrodinamis kapal. Dalam analisa tahanan trimaran, tidak lepas dari adanya tahanan tambahan yaitu tahanan gelombang yang terjadi karena

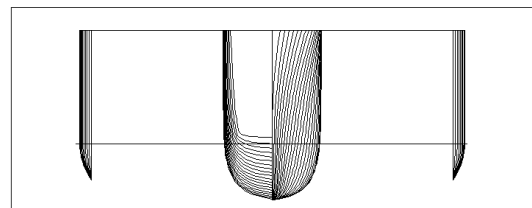
pengaruh masing-masing *hull*. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan [3] disimpulkan bahwa posisi *sidehull* baik secara memanjang maupun melintang yang tepat dapat menimbulkan tahanan kapal yang lebih rendah dibandingkan dengan *monohull* pada displasemen yang sama pada kecepatan tinggi, bahkan turun pada *froude number* tertentu. Namun, diperlukan pertimbangan lain bahwa posisi *sidehull* harus bisa menopang beban konstruksi dari dek kapal sehingga diperlukan adanya variasi bentuk dari *sidehull* dimana tahanan dan momen dapat diketahui untuk menunjang kekuatan secara melintang.

Tahanan kapal bisa diperoleh untuk mendapatkan daya dorong yang optimal sehingga dapat menggunakan daya mesin yang cukup sesuai dengan kecepatan yang diinginkan.

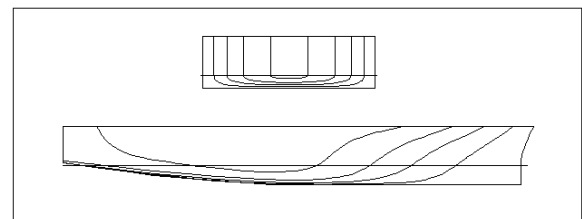
II. METODE PENELITIAN

A. Merancang model trimaran

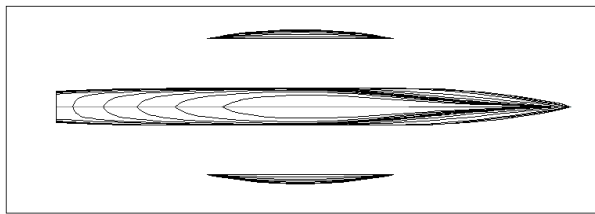
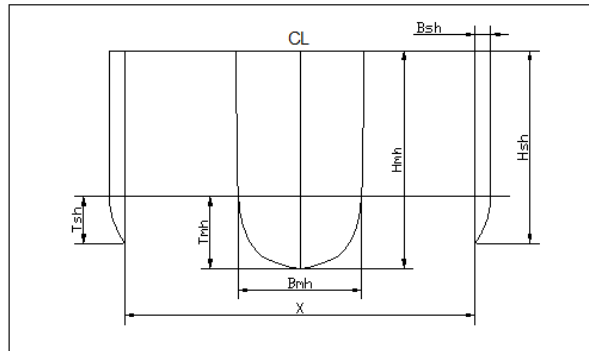
Perancangan lambung trimaran seperti penelitian sebelumnya [4] menggunakan model wigley dengan bentuk *asymmetric outboard configuration* pada gambar 2.1, 2.2, dan 2.3 dengan dimensi utama seperti gambar 2.4 dan ukuran utama *mainhull* dan *sidehull* pada tabel 2.1.



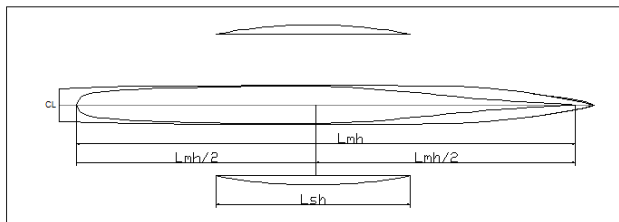
Gambar 2.1. body plan *mainhull* dan *sidehull*



Gambar 2.2. sheer plan *mainhull* dan *sidehull*

Gambar 2.3. breadth plan *mainhull* dan *sidehull 1*

(a)



(b)

Gambar 2.4. Tanda ukuran kapal

Keterangan

- Bmh : lebar *mainhull*
 Bsh : lebar *sidehull*
 CL : *centerline*
 Hmh : tinggi *mainhull*
 Hsh : tinggi *sidehull*
 Lmh : panjang *mainhull* pada garis air
 Lmh/2 : ½ panjang *mainhull*
 Lsh : panjang *sidehull*
 Tmh : tinggi garis air *mainhull*
 Tsh : tinggi garis air *sidehull*
 X : jarak melintang *sidehull*

B. Pemilihan variasi dan batasan

Pemilihan didasarkan pada posisi dan lebar lambung kapal serta kecepatan yang diperlukan. Pemilihan dilakukan untuk menentukan nilai-nilai yang berpengaruh dalam proses pengujian ini. Variasi yang dilakukan adalah variasi jarak melintang *sidehull* terhadap panjang kapal X/L diambil 0.21, 0.28, dan 0.35, lebar *sidehull* diambil ¼ dan 1/8 lebar *mainhull* dan diuji pada kecepatan 12, 14, 16, 18, 20, dan 22 knot untuk tahanan, 10 dan 20 knot untuk momen melintang.

Tabel 2.1. Dimensi kapal trimaran

	MainHull	SideHull1	SideHull2
LOA (m)	60.83	22	22
Lwl (m)	56.61	22	22
B (m)	4.24	1.05	0.525
T (m)	2.5	1.61	1.61
H (m)	7.5	6.61	6.61
LCB (dari midship)	-1.48	0	0
Displ (ton)	256.164	16.953	8.477
V (m ³)	249.916	16.539	8.27
WSA (m ²)	321.211	75.604	72.156
Main hull relation			
Main hull L/B	13.35		
Main hull B/T	1.70		
Main hull H/T	3.00		
Main-Side hull relation			
Side/Main hull L/L		0.39	0.39
Side/Main hull T/T		0.64	0.64
Side/Main hull B/B		0.25	0.12
Side hull relation			
Side hull L/B		20.95	20.95
Side hull B/T		0.65	0.65
Side hull displ (%)		13.24	6.62

C. Pembuatan model kapal

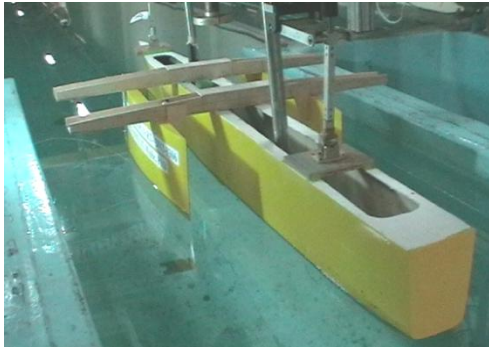
Proses pembuatan model adalah dengan skala yang disesuaikan dengan kondisi Towing Tank di Lab. Hidrodinamika ITS. Ukuran model disesuaikan dengan dimensi tangki percobaan sehingga dalam pengujian tidak menimbulkan tahanan tambahan yang diakibatkan oleh dinding tangki. Dimensi tangki percobaan adalah panjang 50 m, lebar 3 m, kedalaman 2 m, dan sarat pengujian 1,8 meter, kecepatan kereta tarik 0.8 m/s sampai 4 m/s, sehingga didapat skala model 1/30.25 dari kapal sebenarnya dengan ukuran utama pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Dimensi model

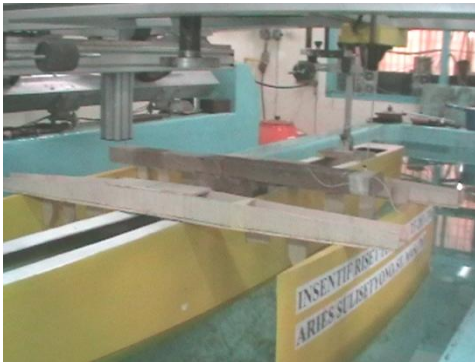
	MainHull	SideHull1	SideHull2
LOA (m)	2.01	0.73	0.73
Lwl (m)	1.87	0.73	0.73
B (m)	0.14	0.03	0.02
T (m)	0.08	0.05	0.05
H (m)	0.25	0.22	0.22
Displ (kg)	9.03	0.60	0.30
V (m ³)	0.0090	0.0006	0.0003
WSA (m ²)	0.35	0.08	0.08

D. Pengujian model kapal di towing tank

Setelah terbentuk model kapal, kemudian dilakukan pengujian di towing tank. Model kapal diuji dengan variasi yang telah ditentukan. Dalam pengujian dilakukan kalibrasi dimana untuk tahanan diberi beban pada loadcell 1 kg dan pada momen 0.5 kg. Pada pengujian model trimaran untuk tahanan dengan posisi loadcell pada *mainhull* seperti pada gambar 2.5 dan gambar 2.6 menunjukkan posisi loadcell dipasang diatas *sidehull* untuk pengujian momen



Gambar 2.5. pengujian model trimaran untuk tahanan dengan posisi loadcell pada *mainhull*



Gambar 2.6. Posisi loadcell dipasang diatas *sidehull* untuk pengujian momen

E. Analisis hasil pengujian

Pada tahap ini akan dilakukan analisis dari variasi yang telah diuji untuk mengetahui seberapa besar pengaruh tahanan dan momen yang diterima kapal. Tahanan total pada kapal [5] dapat dinyatakan pada persamaan (1).

$$R = 0,5.C_t.p.Vm^2.S \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

C_t adalah koefisien tahanan total kapal

S adalah luas permukaan basah pada hull

Berdasarkan ITTC 1957 [5], koefisien tahanan total dinyatakan pada persamaan (2).

$$C_t = C_f + C_r \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

C_f adalah koefisien tahanan gesek = $0,075/(\log_{10}Re - 2)^2$

C_r adalah koefisien tahanan sisa = $C_{tm} - C_{fm}$

Re adalah Reynold Number seperti dinyatakan pada persamaan (3).

$$Re = \frac{\rho VL}{\mu} = \frac{VL}{\nu} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

V adalah kecepatan kapal (m/s)

L adalah panjang kapal (m)

μ adalah koefisien kekentalan dinamik (kg/(m.s))

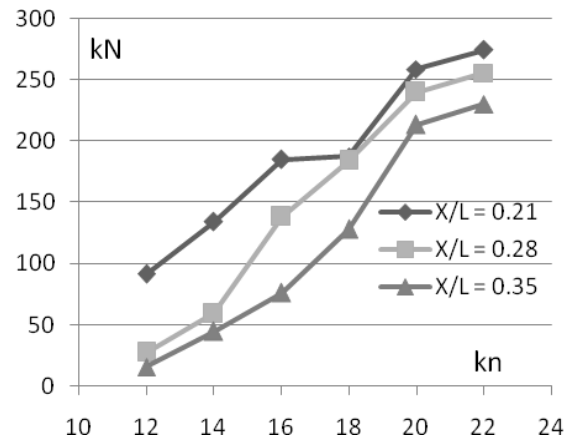
ν adalah koefisien kekentalan kinematik ($\nu = \mu / \rho$) (m²/s)

ρ adalah massa jenis fluida (kg/m³)

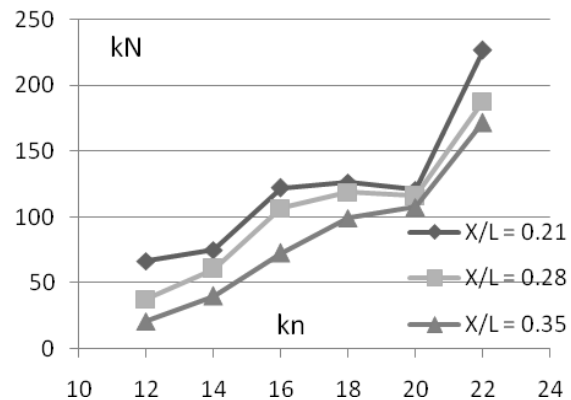
Perhitungan momen melintang pada pengujian model trimaran menggunakan pusat beban pada jarak 0.28 m dari centerline, sehingga gaya yang ditimbulkan pada *sidehull* dikalikan jarak centerline ke pusat beban [6].

III. HASIL EKSPERIMEN

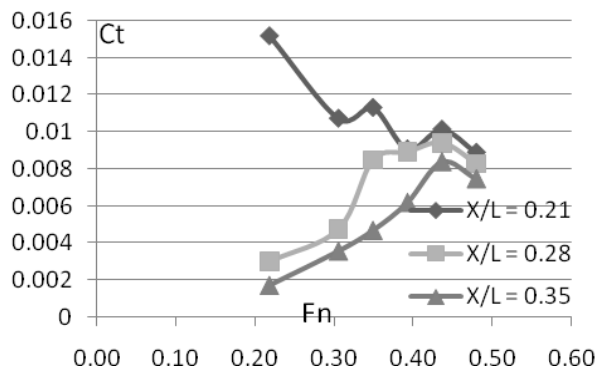
Tahanan hasil eksperimen yang merupakan tahanan kapal total dengan variasi jarak melintang X/L seperti dinyatakan pada gambar 3.1, 3.2, 3.3 dan 3.4.



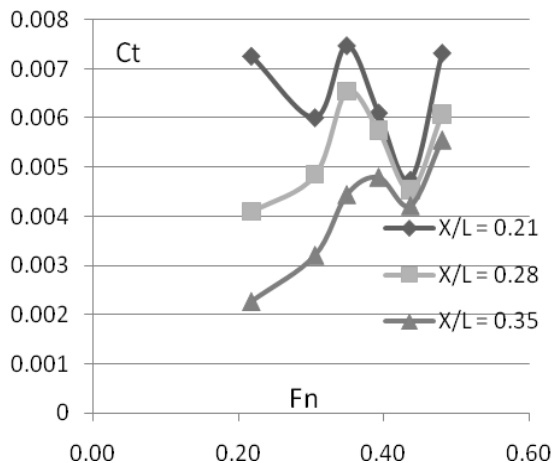
Gambar 3.1. Grafik tahanan trimaran dengan *sidehull* 1



Gambar 3.2. Grafik tahanan trimaran dengan *sidehull* 2



Gambar 3.3. Grafik koefisien tahanan total trimaran dengan sidehull 1



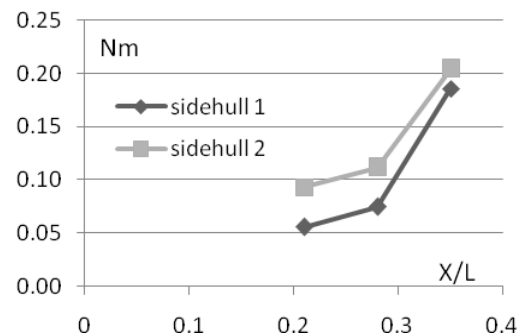
Gambar 3.4. Grafik koefisien tahanan total trimaran dengan sidehull 2

Besarnya tahanan trimaran sangat dipengaruhi oleh tahanan gelombang kapal disebabkan pengaruh posisi sidehull sehingga dengan variasi jarak melintang sidehull terhadap mainhull akan mempengaruhi nilai hambatan total. Pada gambar 3.1 dan 3.2 terlihat adanya pengaruh posisi sidehull terhadap hambatan kapal, dimana pada jarak melintang $X/L = 0.21$ memberikan nilai hambatan terbesar dibanding pada $X/L = 0.28$ dan 0.35 .

Posisi sidehull terhadap mainhull secara melintang pada trimaran memberikan nilai hambatan terbesar dengan sidehull 1 pada variasi $X/L = 0.21$ adalah 259 kN dan 240 kN untuk $X/L = 0.28$ serta memberikan nilai hambatan terkecil untuk variasi $X/L = 0.35$ adalah 214 kN pada froude number terbesar 0,44. Selisih hambatan dengan variasi $X/L = 0.21$ dan 0,28 adalah sebesar 19 kN dan 26 kN untuk selisih hambatan dengan variasi $X/L = 0.28$ dan 0,35. Sedangkan pada sidehull 2 dengan variasi $X/L = 0.21$ adalah 121 kN dan 116 kN untuk $X/L = 0.28$ serta memberikan nilai hambatan terkecil untuk variasi $X/L = 0.35$ adalah 108 kN pada froude number terbesar 0,44. Selisih hambatan dengan variasi $X/L = 0.21$ dan 0,28 adalah sebesar 5 kN dan 8 kN untuk selisih hambatan dengan variasi $X/L = 0.28$ dan 0,35.

Besar hambatan total kapal tergantung pada koefisien hambatan total seperti dinyatakan pada persamaan (1). Pada gambar 3.3 dan 3.4 terlihat adanya pengaruh posisi masing-masing sidehull terhadap koefisien hambatan total pada froude number 0.26 sampai 0.48, dimana pada jarak melintang $X/L = 0.21$ memberikan nilai koefisien hambatan total terbesar.

Momen melintang trimaran dipengaruhi oleh gaya yang ditimbulkan oleh sidehull, baik posisi maupun besar kecilnya sidehull. Hasil pengujian momen melintang seperti pada gambar 3.5. dengan membandingkan momen melintang masing-masing sidehull terhadap variasi X/L . Momen melintang pada model sidehull 1 semakin naik dari 0.06 Nm pada jarak melintang $X/L = 0.21$ dan 0.07 Nm pada $X/L = 0.28$ sampai 0.19 Nm dengan jarak $X/L = 0.35$ pada froude number 0.44. Momen melintang pada model sidehull 2 semakin naik dari 0.09 Nm pada jarak melintang $X/L = 0.21$ dan 0.11 Nm pada $X/L = 0.28$ sampai 0.2 Nm dengan jarak $X/L = 0.35$ pada froude number 0.44. Ini menunjukkan bahwa momen yang ditimbulkan pada sidehull 1 dan sidehull 2 semakin naik dengan bertambahnya jarak melintang X/L dan lebih besar dengan menggunakan sidehull 2



Gambar 3.5. Grafik momen melintang trimaran pada kecepatan 20 knot

IV. KESIMPULAN

- Variasi posisi sidehull terhadap mainhull pada masing-masing jarak X/L 0.21, 0.28 dan 0.35 memberikan pengaruh terhadap besar hambatan kapal karena dapat memberikan perbedaan nilai hambatan antara X/L 0.21 dan 0.28 maupun X/L 0.28 dan 0.35 terjadi penurunan sebesar 5% baik pada sidehull 1 maupun sidehull 2. Ini dapat disimpulkan bahwa konfigurasi jarak sidehull sangat mempengaruhi terbentuknya hambatan gelombang yang mempunyai pengaruh terhadap hambatan total.
- Momen melintang merupakan gaya yang ditimbulkan oleh sidehull secara melintang karena gerakan kapal. Pada sidehull 2 dengan besar displasemen 50% dari sidehull 1, momen yang ditimbulkan lebih besar dari pada sidehull 1 dengan perbedaan sebesar 30%. Ini menunjukkan bahwa dengan dimensi sidehull yang semakin besar akan memberikan gaya secara melintang yang lebih besar pada kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Sasmita, Tugas Akhir: *Analisa Gerakan, Stabilitas, dan Tahanan Trimaran Akibat Perubahan Posisi Sidehull*. ITS Surabaya, Jurusan Teknik Kelautan (2010).

- [2] M.R. Javanmardi, *Hydrodynamic Analysis of Trimaran Vessels*. Polish Maritim Research 1(55) 2008 vol. 15 pp. 11-18 (2008).
- [3] M.C. Fang, *A Parametric Study of Wave Loads On Trimaran Ships Traveling In Waves*. Elsevier : Ocean Engineering 35 (2008) 749-762 (2008).
- [4] A. Migali, *Exsperimental Study On The Efficiency of Trimaran Configuration For High-speed Very Large Ships*. Southampton : RINA (Sep. 2001).
- [5] D.G.M. Watson, *Practical Ship Design*. Oxford : Elsevier (1998).
- [6] J.L. Rhoads, *Structural Loading of Cross Deck Connections for Trimaran Vessels*. Berkeley : University of California (1995).